

明 細 書

ホログラフィック多重記録方法

技術分野

[0001] この発明は、ホログラフィック多重記録方法に関する。

背景技術

[0002] 物体光と参照光とを照射して、ホログラフィック記録媒体内の記録層で干渉縞の記録スポットを形成する際に、該物体光と参照光との重複照射領域であるビームスポットを、1回の照射毎に、前記記録層の面に沿って僅かずつずらし、X軸方向及びY軸方向に僅かずつずれて重なる記録スポットを形成するホログラフィック多重記録方法がある(文献; 10 May 1996/Vol. 35, No. 14/APPLIED OPTICS P2403 ~2417 参照)。

[0003] このとき、図9に示されるように、記録スポット1A、1B、1C、1D、1E、1Fは、図9においてX軸方向に、シフト量 Δ ずつずらしつつ形成される。

[0004] このときの、例えば図9において、記録スポット1Fまでホログラフィック記録が進んだ状態での、記録層における残留ダイナミックレンジ(DR)は、図9下半部に示されるように、不均一性があるため、形成されるグレーティング(干渉縞)強度にムラが生じ、再生像の歪みやビットエラー率増大の原因となる。

[0005] これを、図10~図13を用いて更に詳細に説明する。

[0006] 図10は、典型的な球面シフト多重記録において、重畠されるホログラムの幾何学的な配置を示す。説明の都合上、以下のような座標系を定義する。即ち、記録光学系の入射面(参照光、物体光の双方の光軸を含む平面)と記録層表面の交線をX軸、前記記録層平面上でX軸と直交する方向をY軸とする。

[0007] 記録されるグレーティングの幾何学的な形状により、ホログラムのブレーキング選択性はX軸方向で最も高く(シフト量に対するブレーキングミスマッチ、つまり回折効率の最大値を与える位置から、この距離だけシフト移動させると回折効率がほぼゼロになるという移動量)はX軸方向で数 μ m、Y軸方向で100~数百 μ mである(前記文献参照)。

[0008] 実際のシフト量(図中の ΔX 及び ΔY)が最小シフト量より大きければシフト多重記

録が可能であるが、あまり大きくすると記録密度が低下する。X軸方向に ΔX ずつ移動しながらシフト多重記録を行ない、X軸方向の多重化が完了した後にY方向のシフト多重記録を行なう例を示す。もちろんX軸方向とY軸方向の多重化順序は逆転しても構わない。

[0009] いずれの場合でも、記録エリアを半径Rの円形とすると、記録層の各点には平均して $N_p = \pi R^2 / \Delta X \Delta Y$ 枚のホログラムが重畠される。記録材料の有効な屈折率変調度をn1とすると、ホログラム当たりの屈折率変調度が $\Delta n = n_1 / N_p$ となるような条件で記録を行なえば、特別なスケジューリングが不要となる。

[0010] 前述のように、(角度多重等で用いられる)記録のスケジューリングを考慮する必要がないため、球面シフト多重記録は高速記録に有利なホログラム記録方法である。因みに、スケジューリングとは、記録材料への記録履歴や残留ダイナミックレンジに応じて記録の露光量を制御する技術である。角度多重記録や位相コード多重記録では記録材料の同一領域に多数のホログラムを多重化するため、多重化過程が進むにつれて記録の露光量を段階的に増加させる必要がある。記録スケジューリングが不要である反面、新たに記録しようとする記録エリア内で残留ダイナミックレンジや感光度が不均一なため、記録されるグレーティングのコントラストに分布が生じ、再生像の歪みや強度ムラが発生するという問題がある。

[0011] 図12、13は、記録エリアの半径Rを1に規格化し、X及びY軸方向へのシフト量をそれぞれ $\Delta X = 0.01$ 、 $\Delta Y = 0.1$ とした場合の残留ダイナミックレンジを示す。図12、13は計算値であるため、 $|X|, |Y| \leq 1$ の全体領域が示されているが、実際に意味があるのは記録エリア内部($X^2 + Y^2 \leq R^2$)の領域のみである。

[0012] 残留ダイナミックレンジと記録感度の関係は、材料系や記録光のパラメータによって異なるので一概には言えないが、一般に残留ダイナミックレンジが少ないほど記録感度が低下する傾向がある。このためグラフに示すようなダイナミックレンジの不均一性があると、形成されるグレーティング強度にムラが生じ、再生像の歪みやビットエラー率増大の原因となる。

発明の開示

[0013] この発明は、多重記録の場合の、記録層内でのダイナミックレンジの不均一性によ

る、グレーティング強度のムラを抑制し、再生像の歪みを解消することを課題とする。

[0014] 本発明者は、鋭意研究の結果、ホログラフィック多重記録の際に、記録層におけるダイナミックレンジが均一となるように記録のスケジューリングをすることによって、上記問題点を解決できることを見出した。

[0015] 即ち、以下の本発明により上記目的を達成することができる。

[0016] (1) 物体光と参照光とを照射して、ホログラフィック記録媒体内の記録層に干渉縞を形成する際に、該物体光と参照光との重複照射領域である記録スポットを、X軸方向及びY軸方向に僅かずつずれて重なるように形成するホログラフィック多重記録方法であって、X軸方向に一定ピッチで重なることなく並ぶ記録スポットからなる記録スポット行を、Y軸方向に、一定ピッチで重なることなく並べて形成することにより第1の記録スポット行列を形成する工程、前記第1の記録スポット行列に対して、X軸方向に僅かに位相をずらして、且つ、Y軸方向には同位相、同ピッチの記録スポットからなる記録スポット行を、Y軸方向に、一定ピッチで重なることなく並べて形成することにより第2の記録スポット行列を形成する工程、前の行列における記録スポット行に対して、X軸方向に僅かに位相をずらして、且つ、Y軸方向には同位相、同ピッチの記録スポットからなる記録スポット行を、Y軸方向に、一定ピッチで重なることなく並べて形成することを、第1の記録スポット行列から最終の記録スポット行列までのX軸方向の位相のずれの総和が、前記記録スポット行間のX軸方向のピッチと等しくなる直前まで繰り返して、第3の記録スポット行列から最終の記録スポット行列までを形成する工程、からなる第1段多重記録スポット行列を形成するX軸方向第1多重記録工程と、前記X軸方向第1多重記録工程と同様のX軸方向第2乃至最終多重記録工程を繰り返して第2段乃至最終段多重記録スポット行列を形成する工程と、を有してなり、前記第1の記録スポット行列から最終の記録スポット行列までのX軸方向の位相のずれの総和が、前記記録スポット行間のX軸方向のピッチと等しくなる直前までに設定され、前記X軸方向第2乃至最終多重記録工程は、前記X軸方向第1多重記録工程における、各記録スポット行に対してY軸方向に、順次、僅かずつ位相をずらして、且つ、X軸方向最終多重記録工程までのY軸方向の位相のずれの総和が、前記記録スポット行間のY軸方向のピッチと等しくなる直前までなされることを特徴とするホログラフィ

ック多重記録方法。

[0017] (2) 物体光と参照光とを照射して、ホログラフィック記録媒体内の記録層に干渉縞を形成する際に、該物体光と参照光との重複照射領域である記録スポットを、X軸方向及びY軸方向に僅かずつずれて重なるように形成するホログラフィック多重記録方法であって、X軸方向に一定ピッチで重なることなく並ぶ記録スポットからなる第1段記録スポット行を、Y軸方向に、順次、僅かずつ位相をずらして並べることによりY軸方向第1多重記録スポット行列を形成するY軸方向第1多重記録工程と、前記第1段記録スポット行に対して、X軸方向に僅かに位相をずらした位置を基準として、X軸方向に一定ピッチで重なることなく並ぶ記録スポットからなる第2段記録スポット行を、Y軸方向に、順次、僅かずつ位相をずらして並べることによりY軸方向第2多重記録スポット行列を形成するY軸方向第2多重記録工程と、以下、同様にして、Y軸方向第1多重記録スポット行列からY軸方向最終多重記録スポット行列までのX軸方向の位相のずれの総和が、前記記録スポット行間のX軸方向のピッチと等しくなる直前まで繰り返し、Y軸方向第3多重記録スポット行列からY軸方向最終多重記録スポット行列までを形成する工程と、を有してなることを特徴とするホログラフィック多重記録方法。

[0018] (3) 物体光と参照光とを照射して、ホログラフィック記録媒体内の記録層に干渉縞を形成する際に、該物体光と参照光との重複照射領域である記録スポットを、X軸方向及びY軸方向に僅かずつずれて重なるように形成するホログラフィック多重記録方法であって、X軸方向に、順次、僅かずつ位相をずらして、記録スポットを並べることによりX軸方向第1多重記録スポット行を形成するX軸方向第1多重記録工程、前記X軸方向第1多重記録スポット行に対して、Y軸方向に重なることなく平行に隣接した位置で、順次、僅かずつ位相をずらして、記録スポットを並べることによりX軸方向第2多重記録スポット行を形成するX軸方向第2多重記録工程、以下、同様にして、X軸方向第3多重記録スポット行からX軸方向最終多重記録スポット行までを、順次並べて形成する工程、を有してなり、X軸方向第1段多重記録スポット行列を形成する第1段X軸方向多重記録工程と、前記第1段X軸方向多重記録工程と同様の第2段X軸方向多重記録工程乃至最終段X軸方向多重記録工程を繰り返してX軸方向第

2段乃至最終段多重記録スポット行列を形成する工程と、を有してなり、前記第2段X軸方向多重記録工程乃至最終段X軸方向多重記録工程は、前記第1段X軸方向多重記録工程における、各X軸方向多重記録スポット行に対してY軸方向に、順次、僅かづつ位相をずらして、且つ、最終段X軸方向多重記録工程までのY軸方向の位相のずれの総和が、前記X軸方向多重記録スポット行間のY軸方向のピッチと等しくなる直前まで繰り返して記録スポットを形成することを特徴とするホログラフィック多重記録方法。

図面の簡単な説明

- [0019] [図1]本発明のホログラフィック多重記録方法を実施するためのホログラフィック多重記録装置を示す光学系統図
- [図2]本発明の実施例1に係るホログラフィック多重記録方法による記録過程を模式的に示す平面図
- [図3]実施例2に係るホログラフィック多重記録方法により記録する過程を示す図2と同様の平面図
- [図4]同実施例2によってホログラフィック多重記録を行なう場合の、ある記録領域での残留ダイナミックレンジを、X軸方向のシフト量と対応させて示す線図
- [図5]同残留ダイナミックレンジを、Y軸方向のシフト量と対応させて示す線図
- [図6]実施例3に係るホログラフィック多重記録方法により記録する過程を示す図2と同様の平面図
- [図7]実施例3の方法によって記録した場合の記録領域における残留ダイナミックレンジを、X軸方向のシフト量に対応して示す線図
- [図8]同残留ダイナミックレンジを、Y軸方向のシフト量に対応して示す線図
- [図9]従来のホログラフィックシフト多重記録の場合の、記録スポットの位置と残留ダイナミックレンジとの関係を示す線図
- [図10]通常の球面シフト多重記録において、重畠されるホログラムの幾何学的な配置を示す線図
- [図11]前記球面シフト多重記録の際に、X軸方向に多重化が完了した後にY軸方向のシフト多重記録を行なう途中状態を模式的に示す平面図

[図12]同通常の球面シフト多重記録の際の、ある記録エリアでの残留ダイナミックレンジを、X軸方向のシフト位置との関係で示す線図

[図13]同残留ダイナミックレンジをY軸方向のシフト位置との関係で示す線図

発明を実施するための最良の形態

[0020] X軸方向に一定ピッチで重なることなく並ぶ記録スポットからなる第1段記録スポット行を、Y軸方向に、順次、僅かずつ位相をずらして並べることによりY軸方向第1多重記録スポット行列を形成するY軸方向第1多重記録工程と、前記第1段記録スポット行に対して、X軸方向に僅かに位相をずらした位置を基準として、X軸方向に一定ピッチで重なることなく並ぶ記録スポットからなる第2段記録スポット行を、Y軸方向に、順次、僅かずつ位相をずらして並べることによりY軸方向第2多重記録スポット行列を形成するY軸方向第2多重記録工程と、以下同様にして、Y軸方向第1多重記録スポット行列からY軸方向最終多重記録スポット行列までのX軸方向の位相のずれの総和が、前記記録スポット行間のX軸方向のピッチと等しくなる直前まで繰り返し、Y軸方向第3多重記録スポット行列からY軸方向最終多重記録スポット行列までを形成する工程とにより、ホログラフィック多重記録を行ない、上記目的を達成する。

実施例 1

[0021] 図1に、本発明のホログラフィック多重記録方法を実施するための装置を示す。

[0022] このホログラフィック多重記録装置10は、レーザ光源12と、このレーザ光源12から出射されたレーザ光のビーム径を拡大するためのビームエキスパンダ14と、このビームエキスパンダ14においてビーム径が拡大されたレーザ光を、参照光と物体光とに分岐するためのビームスプリッタ16と、前記ビームスプリッタ16の透過光である参照光を、ホログラフィック記録媒体20に導くための参照光学系22と、前記ビームスプリッタ16における反射光である物体光を前記ホログラフィック記録媒体20に導くための物体光学系24と、前記ホログラフィック記録媒体20の、前記物体光学系24を経てホログラフィック記録媒体20に照射される物体光の光軸の、該ホログラフィック記録媒体20を超えた延長線上に配置された結像光学系26と、前記参照光と物体光に対する位置を制御するためのポジションコントローラ28と、前記ホログラフィック記録媒体20の位置を検出するためのサーボシステム30と、を備えて構成されている。

- [0023] 前記参照光学系22は、ビームスプリッタ16側から、ミラー22A、フーリエレンズ22B、をこの順で備えて構成されている。
- [0024] 前記物体光学系24は、前記ビームスプリッタ16側から、空間光変調器24A、ミラー24B、フーリエレンズ24Cをこの順で備えて構成されている。
- [0025] 又、前記結像光学系26は、前記ホログラフィック記録媒体20側から、結像レンズ26A及び撮像素子26Bをこの順で備えて構成されている。
- [0026] 図1の符号32は、前記レーザ光源12、ポジションコントローラ28及びサーボシステム30を制御するための制御装置を示す。この制御装置32は、データエンコーダ25を介して前記空間光変調器24Aに記録すべき情報の信号を出力するようにされている。
- [0027] 又、前記撮像素子26Bの出力信号は、データデコーダ27を介して制御装置32に出力されるように構成されている。
- [0028] 次に、上記ホログラフィック多重記録装置10によりホログラフィック記録媒体20に情報を記録し、且つ、再生する過程について説明する。
- [0029] レーザ光源12から出射されたレーザ光(記録ビーム)は、ビームスプリッタ16により、参照光と物体光とに分岐される。
- [0030] ビームスプリッタ16での透過光である参照光は参照光学系22に入射し、ミラー22Aにより反射されてから、フーリエレンズ22Bを経て、ホログラフィック記録媒体20に照射される。
- [0031] ビームスプリッタ16における反射光である物体光は、物体光学系24に入射し、空間光変調器24Aによって記録すべきデータに応じて振幅変調される。更に詳細には、データエンコーダ25は、記録すべきデジタルデータをページ型データとして符号化し、これを前記空間光変調器24Aに表示させることによって振幅変調として物体光に付与する。
- [0032] 参照光と物体光は、ホログラフィック記録媒体20の記録層20A内で交差し、光学的な干渉縞を形成する。
- [0033] 前記記録層20Aは、レーザ光に感光して屈折率を変化させる感光材料により構成されているので、干渉模様は記録層の屈折率分布として記録される。

[0034] 前記ホログラフィック記録媒体20の記録層20Aに記録されたデジタルデータの再生時には、空間光変調器24Aの全画素をOFF状態(物体光を遮断する状態)とし、再生光(参照光)のみをホログラフィック記録媒体20に照射する。このとき、記録層20Aに既に記録されている屈折率分布は回折格子、即ち体積ホログラムとして働き、再生光の少なくとも一部が回折光に変換されて、記録時の物体光と同じビーム(回折光)が現われ、これが、結像光学系26における撮像素子26Bの検出面に、前記物体光路上の空間光変調器24Aの実像として結像される。

[0035] このように、再生時の回折光は記録時に空間光変調器24Aで付与された振幅変調パターンを撮像素子26Bの検出面に結像されるが、撮像素子26Bによって検出された振幅変調パターンは、前記データデコーダ27によって復号化され、再びデジタルデータに変換される。

[0036] 前記ホログラフィック記録媒体20には、アドレスや位置等のサーボに必要なマーカ(図示省略)が形成されていて、前記サーボシステム30は、前記マーカを検出することによって、正確な記録再生位置にアクセス動作を行なうようにされている。

[0037] 前記制御装置32は、前述のように、記録再生に拘わる光学的な動作を集中的に制御するための回路であって、信号処理やデータ入出力、サーボやアドレス制御、デバイス間のタイミング管理等を行なうようにされている。

[0038] 例えば、レーザ光源12はパルス発光又はシャッターによりパルス化され、空間光変調器24Aや撮像素子26Bはレーザ光源12の発光のタイミングに同期してフレーム処理を行なわなければならないし、又、これらの周期的な動作に対して、ホログラフィック記録媒体20の位置コントロールも調和する必要がある。

[0039] 上記のような複雑なタイミング管理を、前記制御装置32によって統合的に行ない、ポジションコントローラ28によってホログラフィック記録媒体20を運動させることにより、球面シフト多重記録によるホログラム(データページ)の多重化が実現される。

[0040] なお、ホログラフィック記録媒体の運動は、該ホログラフィック記録媒体が円盤状の場合は回転運動させ、カード状の場合は並進運動をさせる。

[0041] 次に、図2を参照して、上記制御装置32によって、レーザ光源12、ポジションコントローラ28、サーボシステム30を制御して、本発明のホログラフィック多重記録方法を

実施する過程について説明する。

[0042] この方法は、物体光と参照光とを照射して、前記ホログラフィック記録媒体20内の記録層20Aで干渉縞の記録スポットを形成する際に、物体光と参照光との重複照射領域であるビームスポットを、1回の照射毎に、前記記録層20Aの面に沿って僅かずつずらし、X軸方向及びY軸方向に僅かずつずれて重なる直径が2Rの記録スポットRSを形成するものであり、X軸方向第1多重記録工程と、このX軸方向第1多重記録工程と同様のX軸方向第2乃至最終多重記録工程を繰り返して記録スポットを形成する工程とからなっている。

[0043] 前記X軸方向第1多重記録工程は、まず、図2(A)に示されるように、X軸方向に一定ピッチで重なることなく隣接して並ぶ記録スポットRSからなる記録スポット行RX₁を、Y軸方向に、一定ピッチで重なることなく隣接して並べて形成することにより、第1の記録スポット行列RXY₁を形成する工程と、前記第1の記録スポット行列RXY₁に対して、X軸方向に僅かに(ΔX)ずらして、且つ、Y軸方向には同位相、同ピッチの記録スポットからなる記録スポット行RX₂を、Y軸方向に、一定ピッチで重なることなく隣接して並べて形成することにより、第2の記録スポット行列RXY₂を形成する工程と、前の段の行列における記録スポット行に対して、X軸方向に僅かに(ΔX)位相をずらして、且つ、Y軸方向には同位相、同ピッチ(2R)の記録スポットからなる記録スポット行を、Y軸方向に、一定ピッチで重なることなく隣接して並べて形成することを、前記第1の記録スポット行列から最終の記録スポット行列までのX軸方向の位相のずれ ΔX の総和が、前記記録スポット行間のX軸方向のピッチと等しくなる直前まで繰り返して、第3の記録スポット行列RXY₃から最終の記録スポット行列RXY_n(図2(C)参照)までを形成して、第1段多重記録スポット行列TXY₁とする工程と、を有してなる。

[0044] 前記X軸方向第2乃至最終多重記録工程は、第2段～最終段多重記録スポット行列TXY₂～TXY_n(図示省略)を前記X軸方向第1多重記録工程における各記録スポット行RXに対してY軸方向に、順次僅かずつ(ΔY)位相をずらして、且つ、X軸方向最終多重記録工程までのY軸方向の位相のずれ(ΔY)の総和が、前記記録スポット行間のY軸方向のピッチ(2R)と等しくなる直前まで記録スポットが形成されるようにしたものである。

[0045] 判り易く繰返すと、図2(A)に示されるように、記録スポットRSを、X軸方向及びY軸方向に重なりが無く隣接するように形成して、第1の記録スポット行列 RXY_1 とし、次に、図2(B)に示されるように、第1の記録スポット行列 RXY_1 と同様の配置の第2ー第4の記録スポット行列 RXY_2 ー RXY_4 を、前記第1の記録スポット行列 RXY_1 の各記録スポットRSに対して、順次 ΔX だけ右方向にシフトして記録し、以下同様に、図2(C)に示される状態、即ち、 ΔX の総和が、記録スポットRSのX軸方向のピッチ(=2R)と等しくなる直前まで繰り返して、第1段多重記録スポット行列 TXY_1 を完成させる。

[0046] 次に、前記第1の多重スポット行列 XY_1 と同様の手順で、第2段多重記録スポット行列 XY_2 を、図2(D)に示されるように、Y軸方向にシフト量 ΔY だけシフトして形成し、これを、シフト量 ΔY の総和が、記録スポットRSのY軸方向とピッチ(2R)と等しくなる直前まで繰り返して最終段多重記録スポット行列 XY_n (図示省略)までを形成し、Y軸方向の多重化を完了する。

[0047] なお、記録すべき情報の量に応じて、より早い段階で多重化を完了してもよいし、あるいは、予め情報量が分かっている場合には、シフト量 ΔX を大きくとって、ページ間ストロークの低減を図るとよい。

[0048] 上記のように、X軸方向のシフト多重記録を先行して行ない、後にY軸方向へのシフト多重記録を行なうと、Y軸方向へのシフトを行なわずに、X軸方向への可能な限りのシフト多重記録を行なうことになり、これが完了した後に、Y軸方向へシフト多重した位置において次のX軸方向への多重記録を行なうことを繰り返すと、各記録スポットRSの記録時における残留ダイナミックレンジが均一化されるという利点がある。

実施例 2

[0049] 次に、実施例2について、図3を参照して説明する。

[0050] この実施例2は、まず、図3(A)に示されるように、X軸方向に一定ピッチで重なることなく隣接して並ぶ記録スポットRSからなる第1段記録スポット行 RX_1 を、Y軸方向に、順次僅かずつ(ΔY)位相をずらして並べることにより、図3(B)に示されるように、Y軸方向第1多重記録スポット行列 TYX_1 を形成するY軸方向第1多重記録工程と、前記第1段記録スポット行 RX_1 に対して、X軸方向に僅かに(ΔX)位相をずらした位置を基準として、X軸方向に一定ピッチで重なることなく隣接して並ぶ記録スポットRSか

らなる記録スポット行 RX_2 を、Y軸方向に、順次僅かずつ(ΔY)位相をずらして並べることによりY軸方向第2多重記録スポット行列 TYX_2 を形成するY軸方向第2多重記録工程と、以下、同様にして、Y軸方向多重記録スポット行列 TYX_1 からY軸方向最終多重記録スポット行列 TYX_n (図示省略)までを形成する工程と、から構成されている。

- [0051] この実施例2の方法によってホログラフィック多重記録をする際の、記録エリア内の残留ダイナミックレンジを計算すると、図4及び図5に示されるようになる。
- [0052] ここでは、図3(D)において太線で示される位置の記録スポット RS_0 を記録する場合の残留ダイナミックレンジを計算したが、本質的には、どの位置の記録スポットであっても同様である。又、この太線で示される記録スポット RS_0 の記録が、何巡回であるかによってダイナミックレンジの絶対値は変化するが、記録エリア内での変動は同じである。
- [0053] 前記図12及び図13において用いられたと同じパラメータを用い、記録エリアのスポット半径Rを1に規格化、シフト量を $\Delta X=0.01$ 、 $\Delta Y=0.1$ 、X軸方向の最大100巡のうち51巡目の記録スポットとした。図4、図5からも分かるように、従来では残留ダイナミックレンジがほぼ0~1の範囲に分布していた(図12、13参照)のに対して、この実施例2の場合は、残留ダイナミックレンジが0.5~0.52の範囲に収まっており、良好な記録再生が可能なことが分かる。

実施例 3

- [0054] 次に、図6を参照して本発明の実施例3の方法について説明する。
- [0055] このホログラフィック多重記録方法は、第1段X軸方向多重記録工程～最終段X軸方向多重記録工程を繰り返して記録スポットを形成するものである。
- [0056] 前記第1段X軸方向多重記録工程は、図6(A)に示されるように、X軸方向に、順次、僅かずつ位相をずらして、記録スポットRSを並べることによりX軸方向第1多重記録スポット行 XR_1 を形成するX軸方向第1多重記録工程と、前記X軸方向第1多重記録スポット行 XR_1 に対して、Y軸方向に重なることなく平行に隣接した位置で、順次、僅かずつ(ΔX)位相をずらして、記録スポットRSを並べることによりX軸方向第2多重記録スポット行 XR_2 を形成するX軸方向第2多重記録工程と、以下、同様にして、図6(

B)に示されるように、X軸方向第3多重記録スポット行XR₃からX軸方向最終多重記録スポット行XR_n(図示省略)までを順次並べて形成してX軸方向第1多重記録スポット行列TX₁とする工程と、を有してなる。

[0057] 又、第2段X軸方向多重記録工程乃至最終段X軸方向多重記録工程は、前記第1段X軸方向多重記録工程における、各X軸方向多重記録スポット行XR₁～XR_nに対してY軸方向に、順次、僅かずつ(ΔY)位相をずらして(図6(C)、(D)参照)、且つ、最終段X軸方向多重記録工程までのY軸方向の位相のずれの総和が、前記X軸方向多重記録スポット行間のY軸方向のピッチ(2R)と等しくなる直前まで繰り返して図6(D)に示されるように、X軸方向第2～最終多重記録スポット行列TX₂～TX_n(図示省略)を形成するものである。

[0058] この実施例3の場合の、残留ダイナミックレンジの計算値は、図7及び図8に示されるようになる。なお、この計算は、図6(C)において、太線の円形で示される記録スポットRS₀の場合を示す。

[0059] これらの図から分かるように、残留ダイナミックレンジの変動幅は0.5～0.65の範囲に収まっていて、従来技術に比較してより均一な記録が可能であることが分かる。

[0060] なお、上記各実施例での重なることなく隣接して並んだ記録スポットからなる記録スポット行あるいは記録スポット行列は、必ずしも隣接しなくてもよく、離間してもよい。

産業上の利用の可能性

[0061] この発明においては、X軸方向及びY軸方向に僅かずつずれて重なる記録スポットを形成する際に、残存ダイナミックレンジが各記録スポットにおいてできるだけ均一になるようにしているので、ダイナミックレンジの不均一性によるグレーティング強度のムラを抑制し、良好な再生像を得ることができる。

請求の範囲

[1] 物体光と参照光とを照射して、ホログラフィック記録媒体内の記録層に干渉縞を形成する際に、該物体光と参照光との重複照射領域である記録スポットを、X軸方向及びY軸方向に僅かずつずれて重なるように形成するホログラフィック多重記録方法であって、

X軸方向に一定ピッチで重なることなく並ぶ記録スポットからなる記録スポット行を、Y軸方向に、一定ピッチで重なることなく並べて形成することにより第1の記録スポット行列を形成する工程、

前記第1の記録スポット行列に対して、X軸方向に僅かに位相をずらして、且つ、Y軸方向には同位相、同ピッチの記録スポットからなる記録スポット行を、Y軸方向に、一定ピッチで重なることなく並べて形成することにより第2の記録スポット行列を形成する工程、

前の記録スポット行列における記録スポット行に対して、X軸方向に僅かに位相をずらして、且つ、Y軸方向には同位相、同ピッチの記録スポットからなる記録スポット行を、Y軸方向に、一定ピッチで重なることなく並べて形成することを、第1の記録スポット行列から最終の記録スポット行列までのX軸方向の位相のずれの総和が、前記記録スポット行間のX軸方向のピッチと等しくなる直前まで繰り返して、第3の記録スポット行列から最終の記録スポット行列までを形成する工程、

からなる第1段多重記録スポット行列を形成するX軸方向第1多重記録工程と、

前記X軸方向第1多重記録工程と同様のX軸方向第2乃至最終多重記録工程を繰り返して第2段乃至最終段多重記録スポット行列を形成する工程と、

を有してなり、

前記第1の記録スポット行列から最終の記録スポット行列までのX軸方向の位相のずれの総和が、前記記録スポット行間のX軸方向のピッチと等しくなる直前までに設定され、

前記X軸方向第2乃至最終多重記録工程は、前記X軸方向第1多重記録工程における、各記録スポット行に対してY軸方向に、順次、僅かずつ位相をずらして、且つ、X軸方向最終多重記録工程までのY軸方向の位相のずれの総和が、前記記録ス

ット行間のY軸方向のピッチと等しくなる直前までなされることを特徴とするホログラフィック多重記録方法。

[2] 物体光と参照光とを照射して、ホログラフィック記録媒体内の記録層に干渉縞を形成する際に、該物体光と参照光との重複照射領域である記録スポットを、X軸方向及びY軸方向に僅かずつずれて重なるように形成するホログラフィック多重記録方法であって、

X軸方向に一定ピッチで重なることなく並ぶ記録スポットからなる第1段記録スポット行を、Y軸方向に、順次、僅かずつ位相をずらして並べることによりY軸方向第1多重記録スポット行列を形成するY軸方向第1多重記録工程と、

前記第1段記録スポット行に対して、X軸方向に僅かに位相をずらした位置を基準として、X軸方向に一定ピッチで重なることなく並ぶ記録スポットからなる第2段記録スポット行を、Y軸方向に、順次、僅かずつ位相をずらして並べることによりY軸方向第2多重記録スポット行列を形成するY軸方向第2多重記録工程と、

以下、同様にして、Y軸方向第1多重記録スポット行列からY軸方向最終多重記録スポット行列までのX軸方向の位相のずれの総和が、前記記録スポット行間のX軸方向のピッチと等しくなる直前まで繰り返し、Y軸方向第3多重記録スポット行列からY軸方向最終多重記録スポット行列までを形成する工程と、

を有してなることを特徴とするホログラフィック多重記録方法。

[3] 物体光と参照光とを照射して、ホログラフィック記録媒体内の記録層に干渉縞を形成する際に、該物体光と参照光との重複照射領域である記録スポットを、X軸方向及びY軸方向に僅かずつずれて重なるように形成するホログラフィック多重記録方法であって、

X軸方向に、順次、僅かずつ位相をずらして、記録スポットを並べることによりX軸方向第1多重記録スポット行を形成するX軸方向第1多重記録工程、

前記X軸方向第1多重記録スポット行に対して、Y軸方向に重なることなく平行に隣接した位置で、順次、僅かずつ位相をずらして、記録スポットを並べることによりX軸方向第2多重記録スポット行を形成するX軸方向第2多重記録工程、

以下、同様にして、X軸方向第3多重記録スポット行からX軸方向最終多重記録ス

スポット行までを、順次並べて形成する工程、

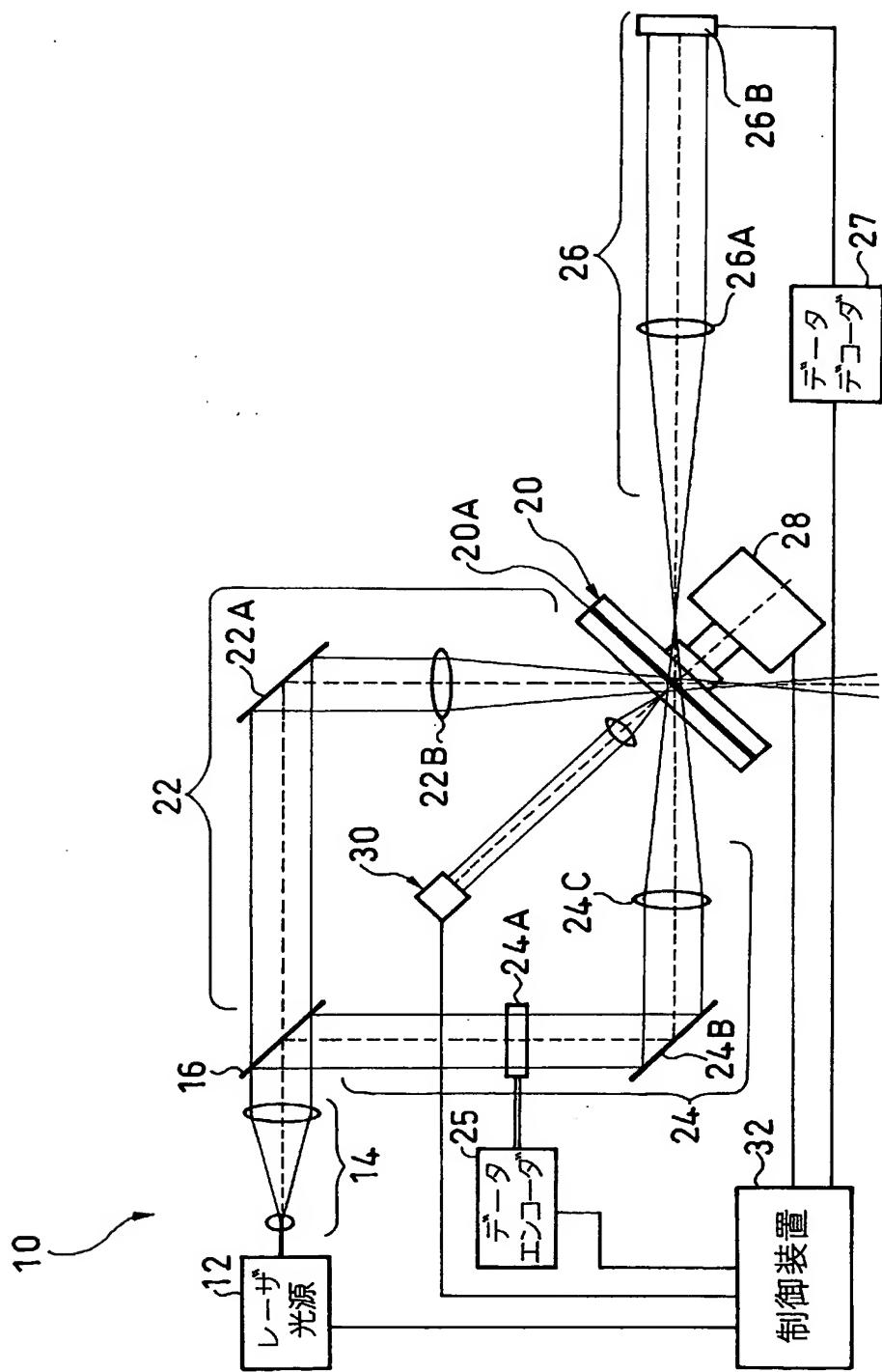
を有してなり、X軸方向第1段多重記録スポット行列を形成する第1段X軸方向多重記録工程と、

前記第1段X軸方向多重記録工程と同様の第2段X軸方向多重記録工程乃至最終段X軸方向多重記録工程を繰り返してX軸方向第2段乃至最終段多重記録スポット行列を形成する工程と、

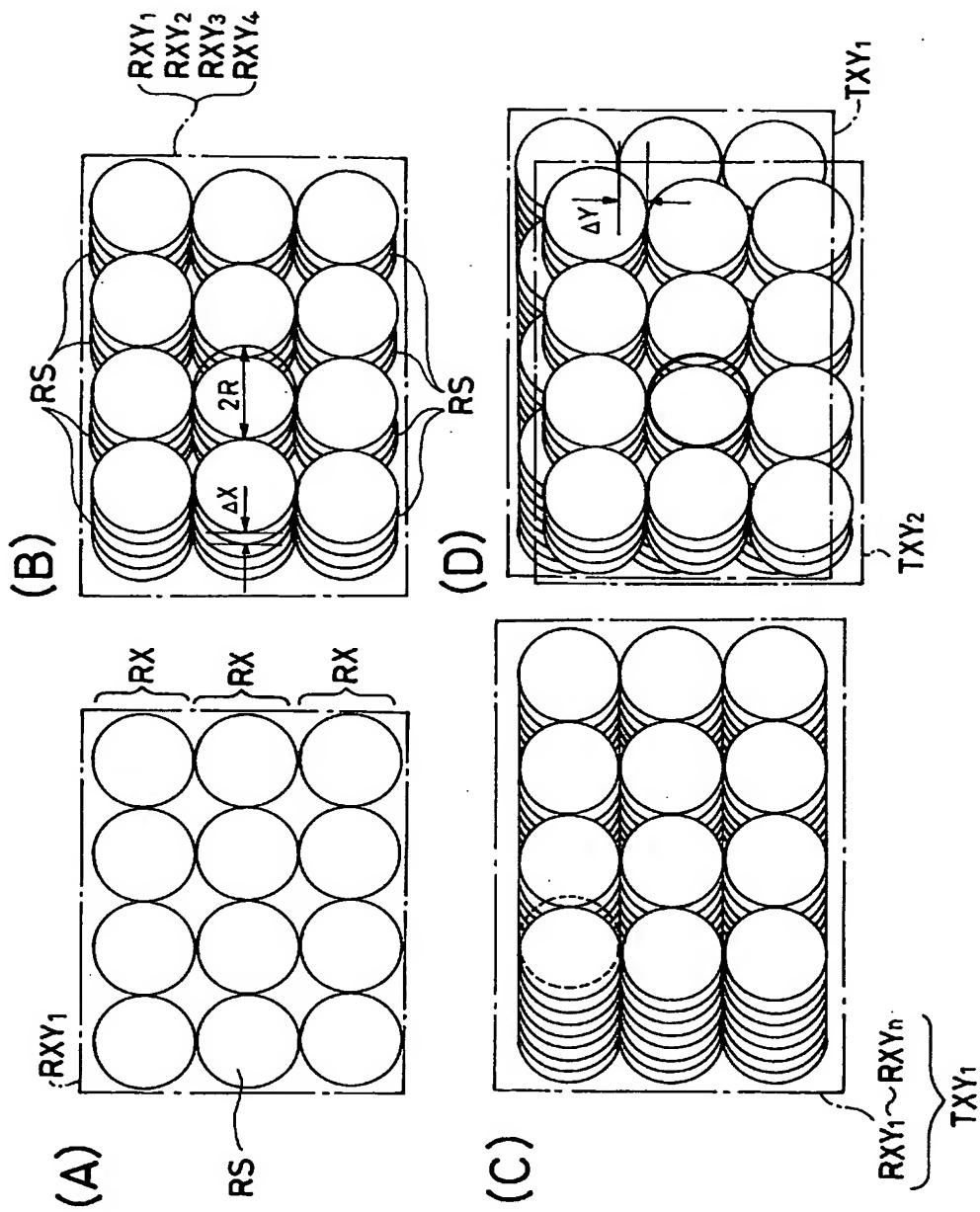
を有してなり、

前記第2段X軸方向多重記録工程乃至最終段X軸方向多重記録工程は、前記第1段X軸方向多重記録工程における、各X軸方向多重記録スポット行に対してY軸方向に、順次、僅かづつ位相をずらして、且つ、最終段X軸方向多重記録工程までのY軸方向の位相のずれの総和が、前記X軸方向多重記録スポット行間のY軸方向のピッチと等しくなる直前まで繰り返して記録スポットを形成することを特徴とするログラフィック多重記録方法。

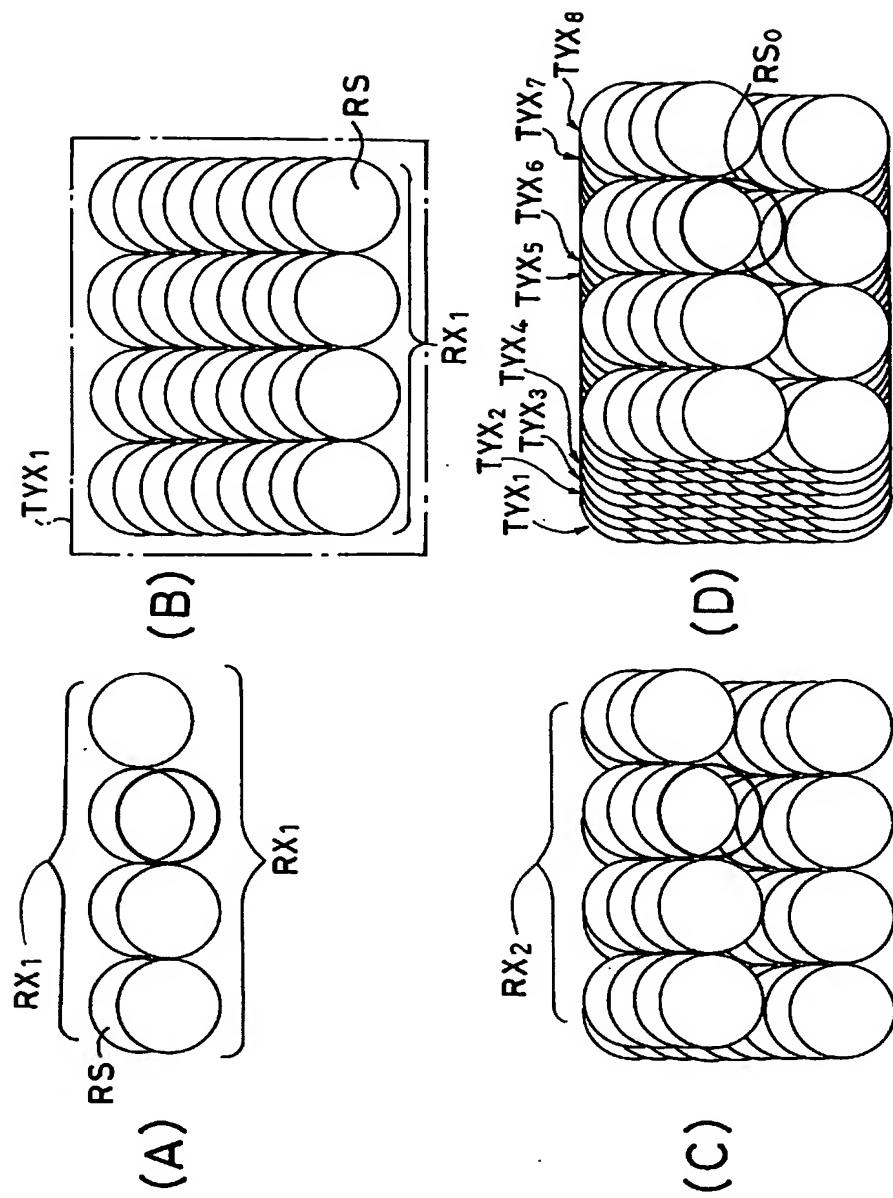
[図1]



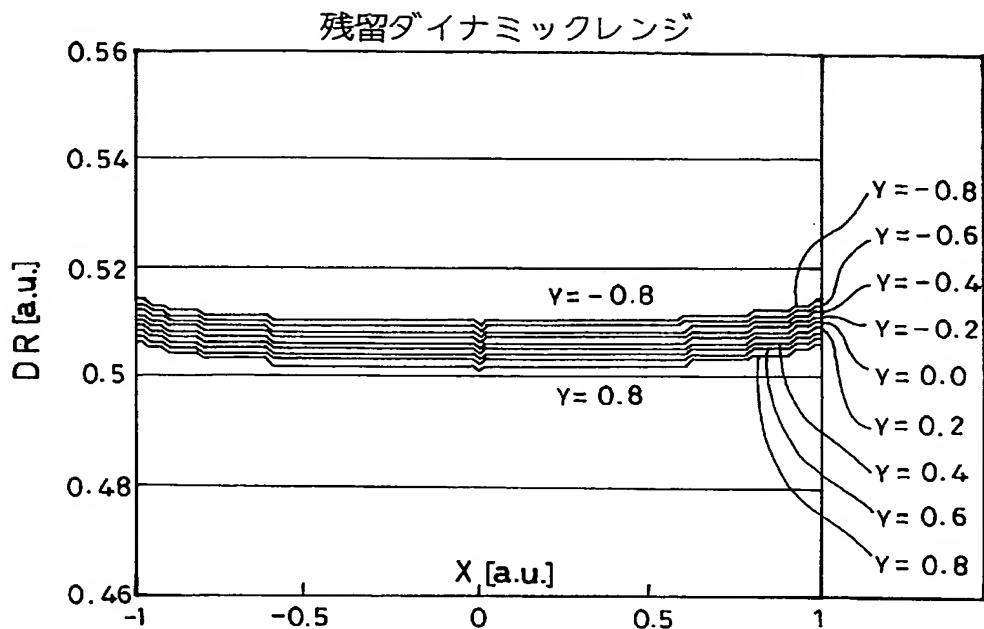
[図2]



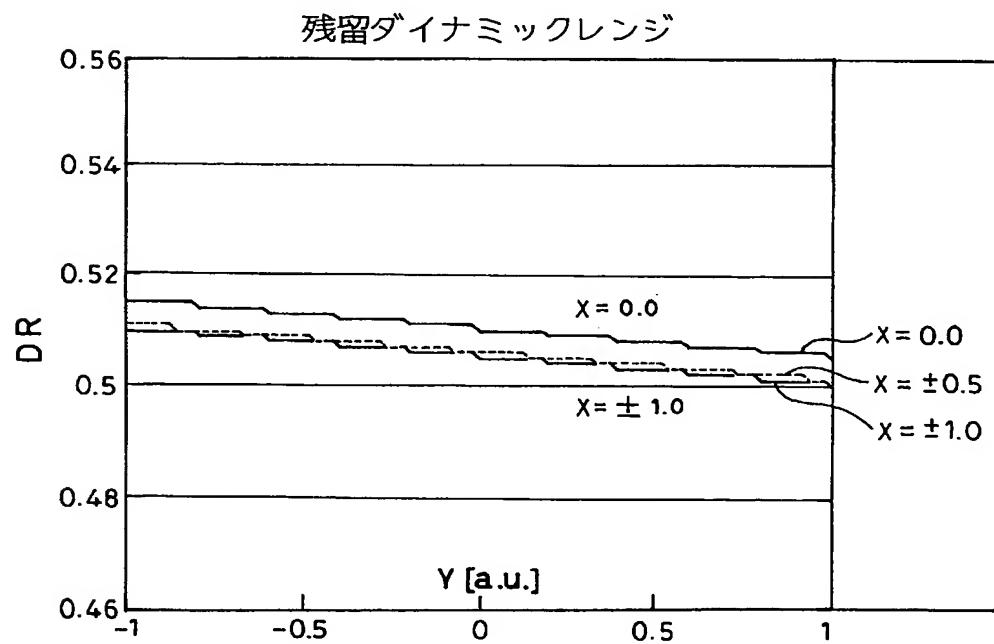
[図3]



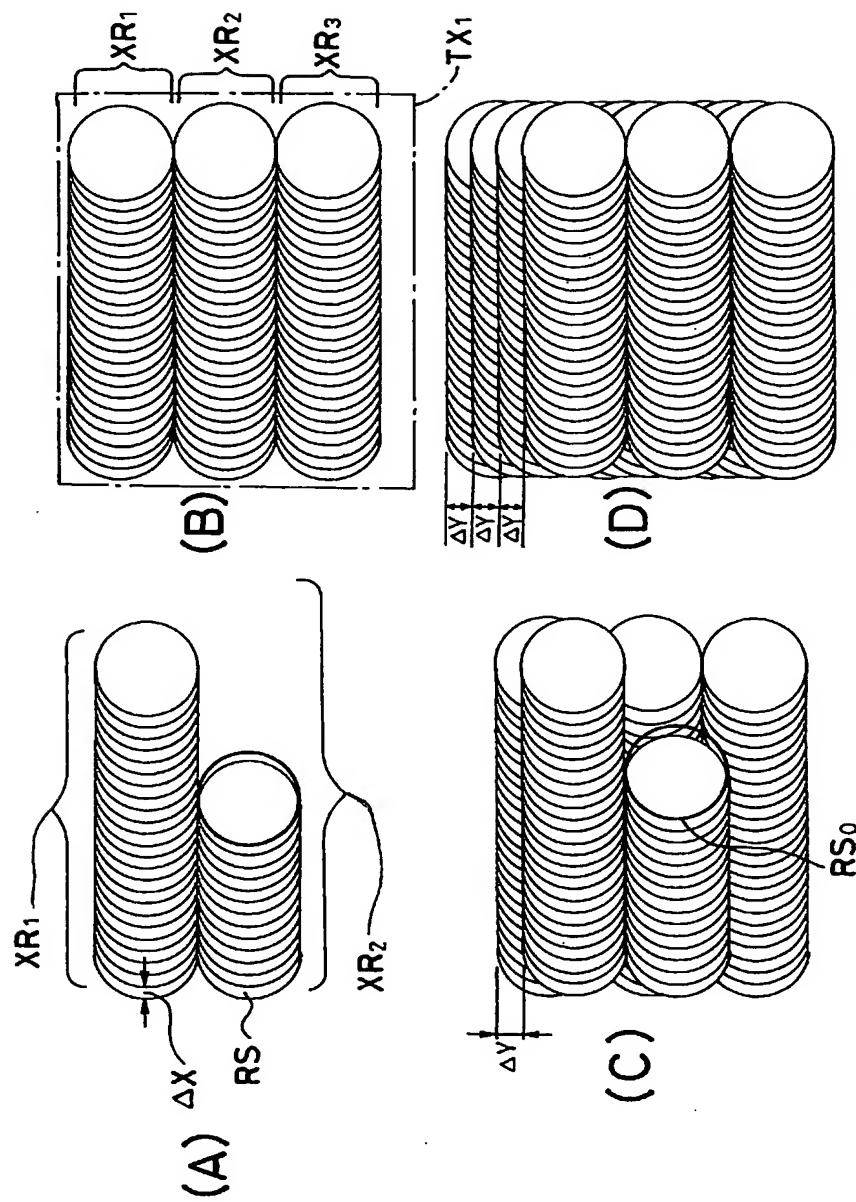
[図4]



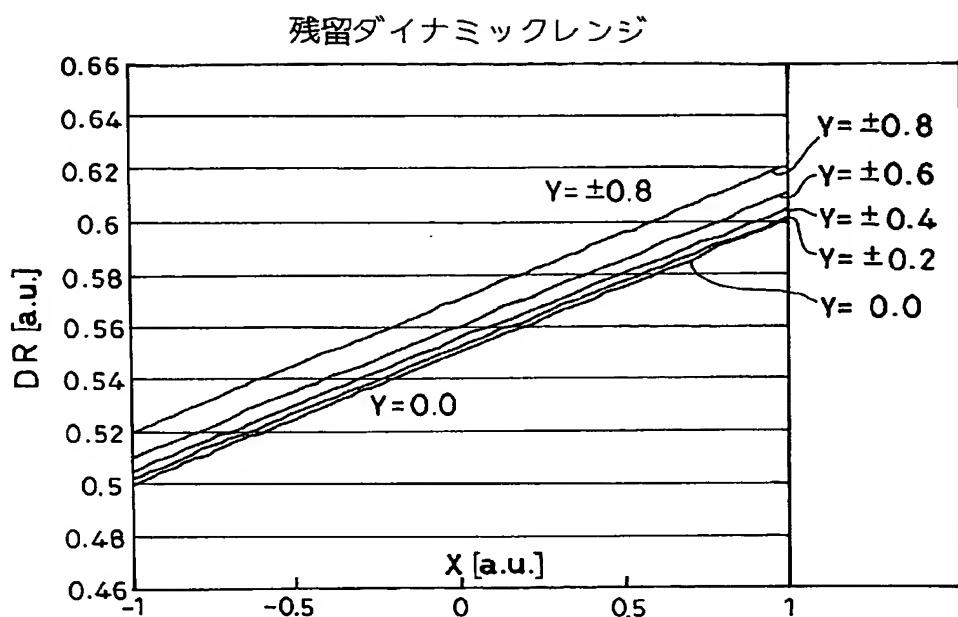
[図5]



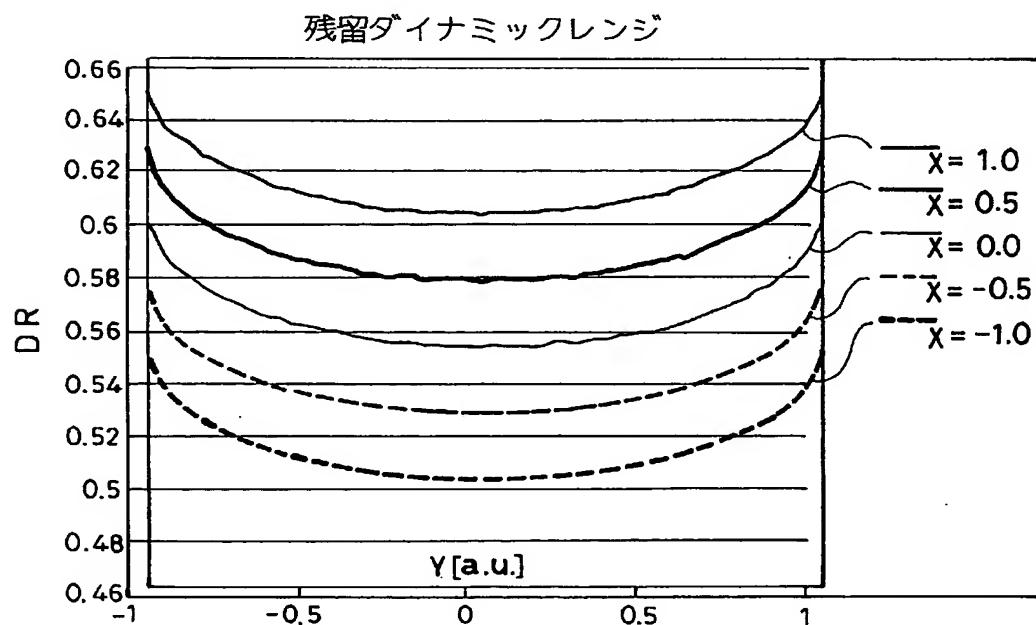
[図6]



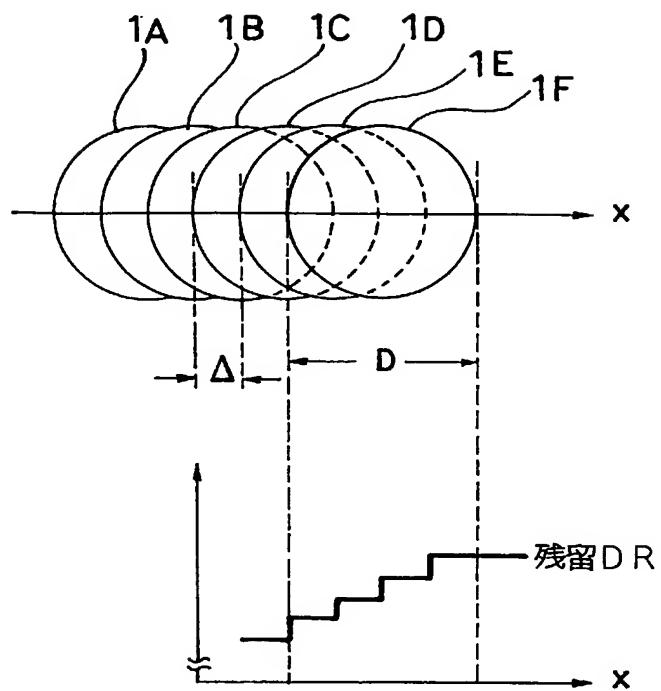
[図7]



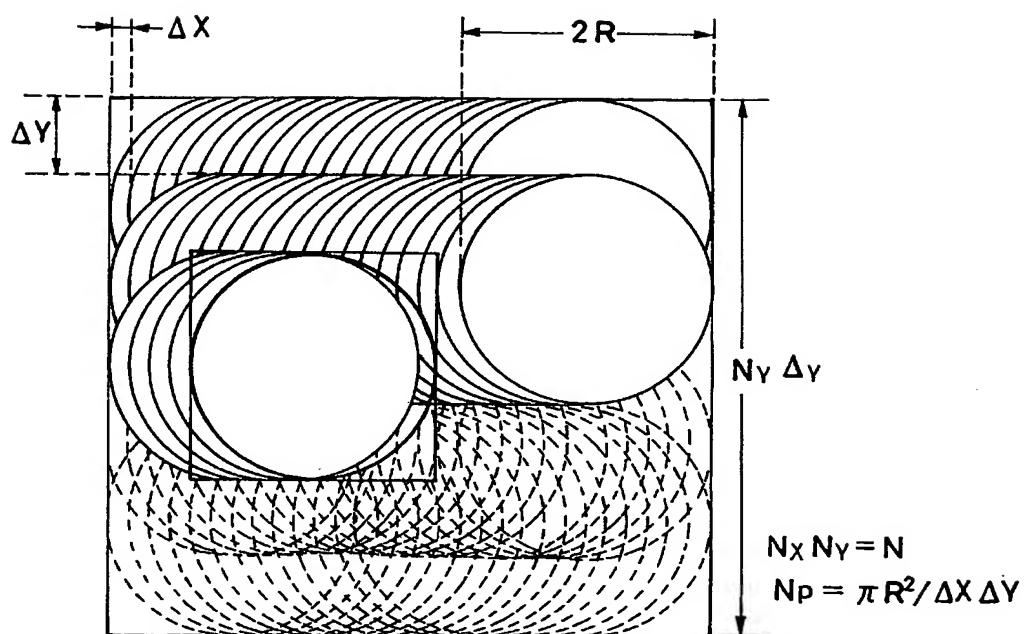
[図8]



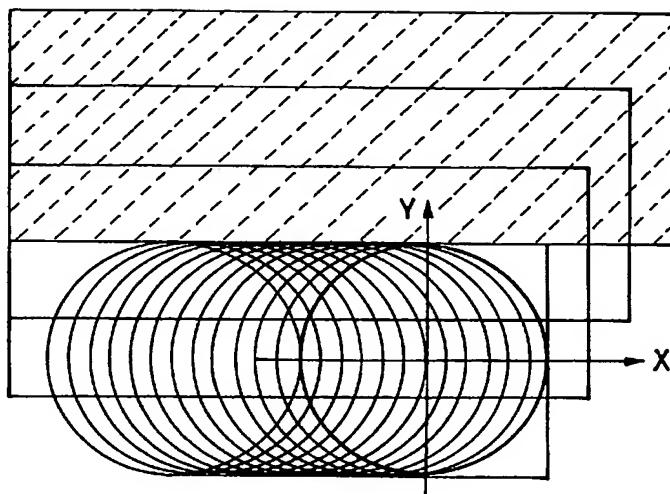
[図9]



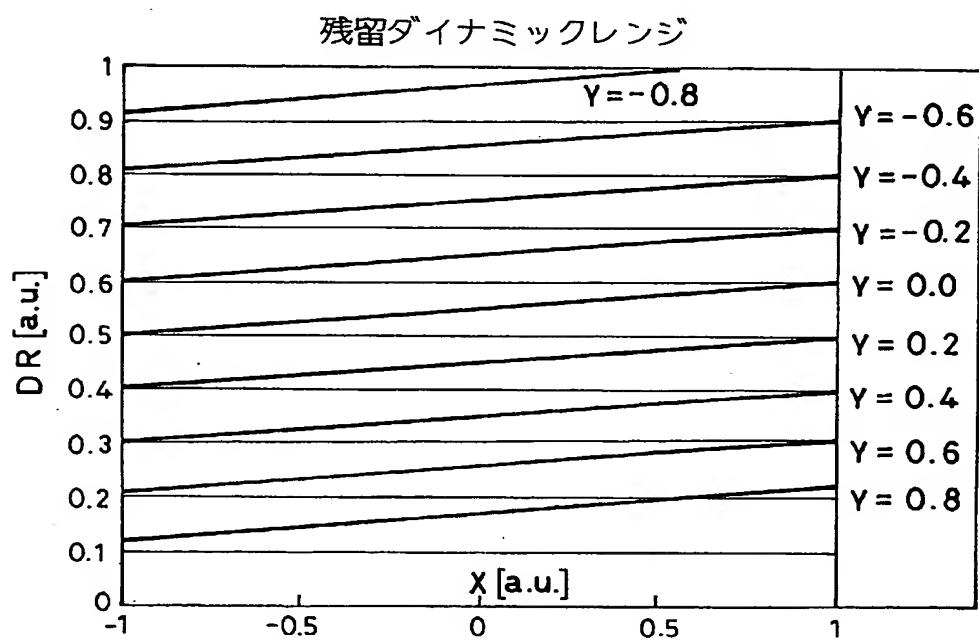
[図10]



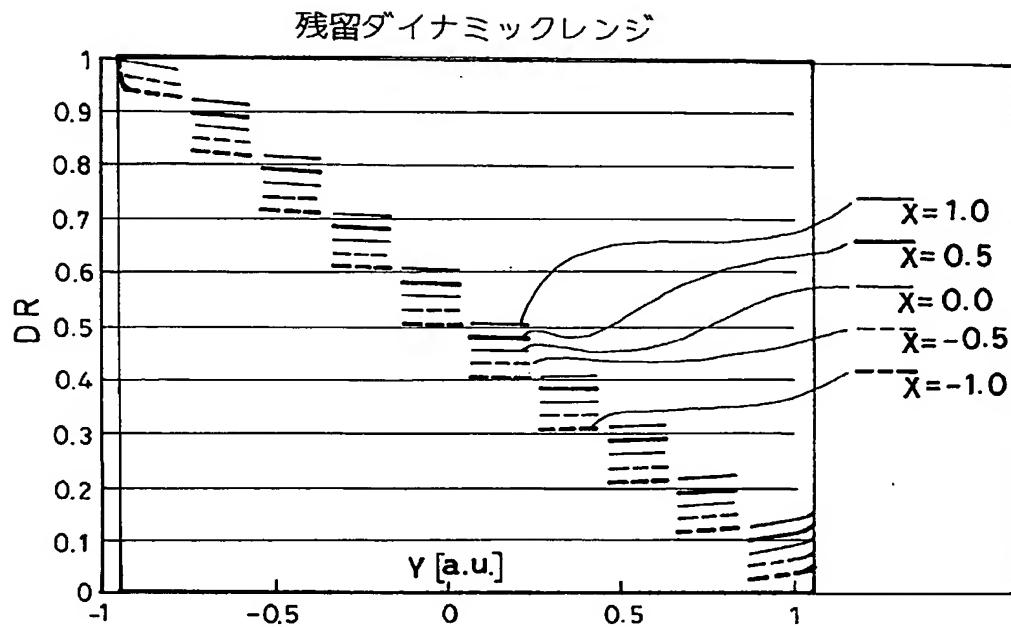
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/016329

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G03H1/28, G03H1/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ G03H1/28, G03H1/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-40908 A (Lucent Technologies Inc.), 08 February, 2002 (08.02.02), Full text; all drawings & EP 1162520 A1 & US 6614566 B1	1-3
A	US 5671073 A (Psaltis et al.), 23 September, 1997 (23.09.97), Full text; all drawings (Family: none)	1-3

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
19 January, 2005 (19.01.05)

Date of mailing of the international search report
08 February, 2005 (08.02.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Faxsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int. C17 G03H1/28, G03H1/04

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int. C17 G03H1/28, G03H1/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2002-40908 A (ルーセント テクノロジーズ インコーポレイテッド) 2002. 02. 08, 全文, 全図 & EP 1162520 A1 & US 6614566 B1	1-3
A	US 5671073 A (Psaltis et al.) 1997. 09. 23, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-3

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

19. 01. 2005

国際調査報告の発送日

08. 2. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

山村 浩

2V 9219

電話番号 03-3581-1101 内線 3271